

COMUNE DI CHIARAVALLE
PROVINCIA DI ANCONA



CANESTRARI
FABIETTI - FAVA
MEDICI - NICOLINI

PIANO DI RECUPERO DI EDIFICI COLONICI
IN VIA CAMPAGNA

RAPPORTO GEOLOGICO



Maggio 2014



DOTT. MARCO LANCONI
GEOLOGO

VIA EMILIA, 21/B
60015 FALCONARA M.MA (AN)

TEL - FAX 071 91 61 126
E-MAIL lancioni.m@gmail.com

INDICE

✓ INTRODUZIONE	PAG. 1
✓ METODOLOGIA D'INDAGINE	PAG. 2
✓ UBICAZIONE	PAG. 3
✓ GEOLOGIA	PAG. 3
✓ MORFOLOGIA	PAG. 6
✓ IDROLOGIA-IDROGEOLOGIA	PAG. 6
✓ STRATIGRAFIA	PAG. 9
✓ PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI	PAG. 10
✓ PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE	PAG. 10
✓ PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	PAG. 11
✓ AZIONE SISMICA	PAG. 11
✓ COEFFICIENTI SISMICI	PAG. 14
✓ FREQUENZA DI RISONANZA	PAG. 15
✓ LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	PAG. 15
✓ CONCLUSIONI	PAG. 18

ALLEGATI NELL'ELABORATO

- corografia
- carta geologica
- carta geomorfologica
- P.A.I.
- planimetria
- certificati prove statiche
- sezioni geologiche
- relazione prospezione sismica

CANESTRARI FABIETTI - FAVA MEDICI - NICOLINI

PIANO DI RECUPERO DI EDIFICI COLONICI IN VIA CAMPAGNA COMUNE DI CHIARAVALLE (AN)

RAPPORTO GEOLOGICO

INTRODUZIONE

L'indagine in oggetto è stata eseguita in un'area sita nel comune di Chiaravalle, per stabilire, sulla base delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, e geomeccaniche, la sua idoneità ad essere urbanizzata.

Gli studi geologici effettuati e gli elaborati redatti sulla base delle indagini, sono stati svolti in funzione delle direttive fornite dalla normativa vigente, ed in particolare:

- Legge n. 64/74
- D.M. 11.02.88
- Circolare Min. LL.PP. n 30483 del 24/09/88
- Circolare Regione Marche n. 14/90
- Circolare Regione Marche n. 15/90
- D.M. 16/01/96
- D.G.R. 1287/97
- D.C.R. n. 116 del 21/01/04
- NTC 2008



METODOLOGIA D'INDAGINE

L'indagine si è articolata in:

- ◆ ricerca bibliografica ("L'AMBIENTE FISICO DELLE MARCHE" – Ed. SELCA; "CARTA GEOLOGICA L'AMBIENTE FISICO DELLE MARCHE" – Ed. SELCA; "IL BACINO PLEISTOCENICO MARCHIGIANO" – Nanni Pennacchioni Rainone; "CARTA GEOLOGICA DELLA SUCCESSIONE PLEISTOCENICA TRA I FIUMI METAURO E TESINO" - Nanni Pennacchioni Rainone;)
- ◆ rilievo geologico-geomorfologico dell'area di interesse e di un suo contorno significativo
- ◆ realizzazione di n. 2 prove penetrometriche statiche CPT eseguite dalla Ditta Tecnosondaggi di Osimo (An);
- ◆ realizzazione di una prospezione sismica per la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs30, eseguita dalla Ditta Tecnosondaggi di Osimo (An);
- ◆ elaborazione dei dati acquisiti e stesura stratigrafie
- ◆ stesura delle cartografie geologiche
- ◆ stesura delle cartografie di sintesi
- ◆ stesura relazione



UBICAZIONE

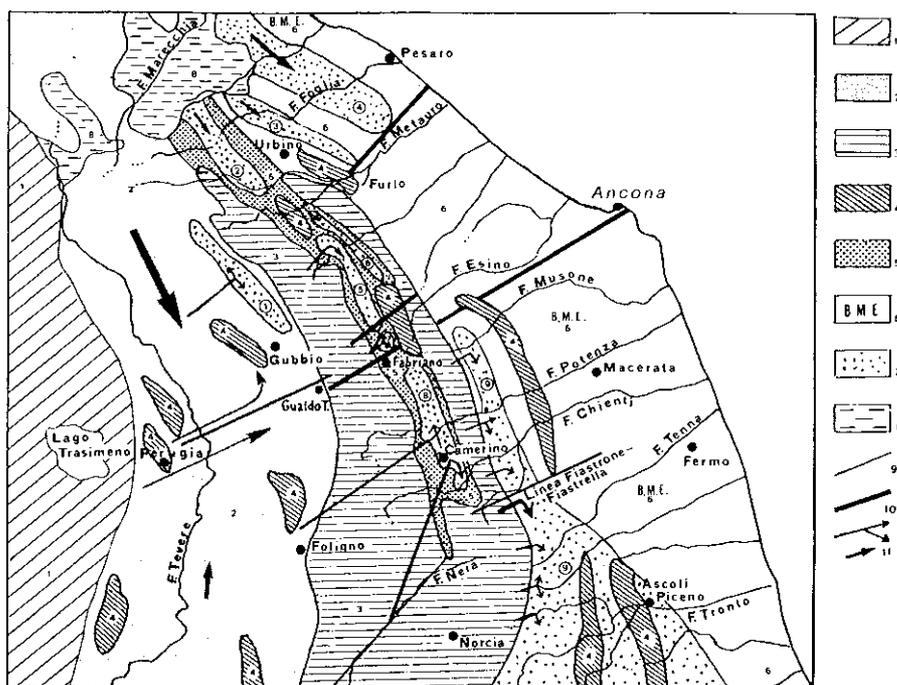
L'area in esame ricade a circa 1200 mt a N.O. dal centro cittadino di Chiaravalle. La zona delimitata ad est da Via Campagna mentre gli altri confini sono definiti dalle proprietà limitrofe. Il sito di studio si sviluppa su di un'area pianeggiante, dall'estensione di circa 2.200 m² e quote medie di 24 mt s.l.m.

Tale area è compresa nella Carta Topografica Regionale in scala 1:25.000 al Foglio 117 Jesi al Quadrante I e nella Ortofotocarta Regionale alla scala 1:10.000 alla Sezione 281160.

GEOLOGIA

Le Marche sono caratterizzate da rocce sedimentarie deposte in ambiente marino in un arco di tempo compreso tra il Trias Superiore ed il Pleistocene. Dal Miocene, a seguito della tettonica compressiva che ha interessato l'area sino a tutto il Pleistocene, le unità sedimentarie sono state dislocate da un complesso sistema di pieghe e faglie. Tali eventi hanno portato all'emersione delle diverse unità litologiche che contraddistinguono le attuali unità morfostrutturali comprese tra l'Appennino Umbro-Marchigiano e la costa. In particolare, da occidente verso oriente si riconoscono: la dorsale calcarea umbro-marchigiana, il bacino marchigiano interno, la dorsale calcarea marchigiana e l'avanfossa neogenico-quadernaria del bacino marchigiano esterno. Bacini torbiditici e dorsali calcaree minori si frappongono alle unità principali. L'attuale assetto geomorfologico è quindi legato all'evoluzione neotettonica ed in particolare, dal Pleistocene medio, all'interazione tra sollevamento ed eventi climatici quaternari relativi agli eventi freddi delle glaciazioni con formazione, a partire dagli ultimi contrafforti montuosi appenninici di estese pianure alluvionali impostate su linee tettoniche trasversali, lungo le quali, i sollevamenti differenziati hanno determinato una modellazione asimmetrica delle valli.





Distribuzione delle principali unità morfostrostrutturali nell'Appennino umbro-marchigiano. 1) Bacino toscano; 2) Bacino umbro; 3) Dorsali umbro-marchigiana e marchigiana; 4) Dorsali minori; 5) Bacino marchigiano interno; 6) Bacino marchigiano esterno; 7) -Bacini minori-; 8) bacino di M. Vicino; 9) bacino di Pietrabbadio-Peglio-Urbania; 10) bacino di Monte Calvo in Foglia; 11) bacino di M. Luro; 12) bacino di M. Turino-Percozzone-S. Giovanni; 13) bacino di Serraspina; 14) bacino di San Donato-Cantù; 15) bacino di Camerino; 16) bacino della Lago; 17) Principali faglie trasversali; 18) Principali «selle» trasversali; 19) Direzioni di apporto dei depositi torbiditici. (Centamore E. - Micarelli A. 1991)

La zona di studio ricade nella bassa valle del Fiume Esino, esempio di valle di faglia impostata su faglie NE-SO.

Durante la genesi della valle si sono originati i terrazzi alluvionali dovuti all'evoluzione tettonica, connessa con le fasi climatiche ha determinato l'origine di tali terrazzi alluvionali. Questi derivano dall'elaborazione, trasporto e sedimentazione da parte delle acque del fiume, di depositi detritici generati durante le fasi fredde del Pleistocene medio, nelle aree montane interne, per fenomeni di crioclastismo. L'attività tettonica dell'area associata con le successive fasi climatiche, ha portato al sollevamento con terrazzamento, delle alluvioni rispetto al corso del fiume sino alle quote attuali. I depositi alluvionali che costituiscono i terrazzi, sono caratterizzati da ghiaie e sabbie in matrice limo-argillosa. Si possono distinguere quattro ordini di terrazzi, di cui, i primi due più antichi, sono riferibili al pleistocene medio, quello di terzo ordine è riferibile al Pleistocene Superiore mentre il terrazzo di quarto ordine si è deposto nell'Olocene ed i materiali che lo costituiscono trarrebbero origine, almeno la parte superiore, da fenomeni erosivi dovuti soprattutto all'attività antropica in epoca storica.



MORFOLOGIA

L'area di studio ricade al centro della valle alluvionale dell'Esino. Il contesto territoriale in cui si inserisce tale sito, risulta pressoché pianeggiante e quindi privo di forme e processi riconducibili a fenomeni di instabilità gravitativa. Le uniche forme di rilevanza morfologica sono quelle antropiche che, nel corso degli anni hanno determinato una notevole trasformazione dei caratteri peculiari tipici delle pianure alluvionali, con la realizzazione in rilevato della linea ferroviarie e delle aree di stoccaggio merci ad essa connesse.

IDROLOGIA-IDROGEOLOGIA

All'interno del perimetro dell'area di interesse e nell'immediato intorno, non sono presenti corsi d'acqua di nessun ordine; parallelamente al bordo orientale del sito, ad una distanza di circa 100 mt corre il fosso Acquaticcio, modesto corso d'acqua, tributario di sinistra del Fiume Esino. Tale corso d'acqua, nel tratto di interesse, corre incassato nei depositi alluvionali a circa 2.0 mt dal p.c. con un tracciato rettilineo contraddistinto dagli attraversamenti stradali di Via Rossi/Via Abbruzzetti, Via Latini e più a monte l'attraversamento di Via Pasquinelli, i quali limitano e restringono la sezione di deflusso delle acqua, impedendo di fatto possibili esondazioni del fosso, seppur tale problematiche è in ogni caso esterna e non associabile all'area di futura espansione.

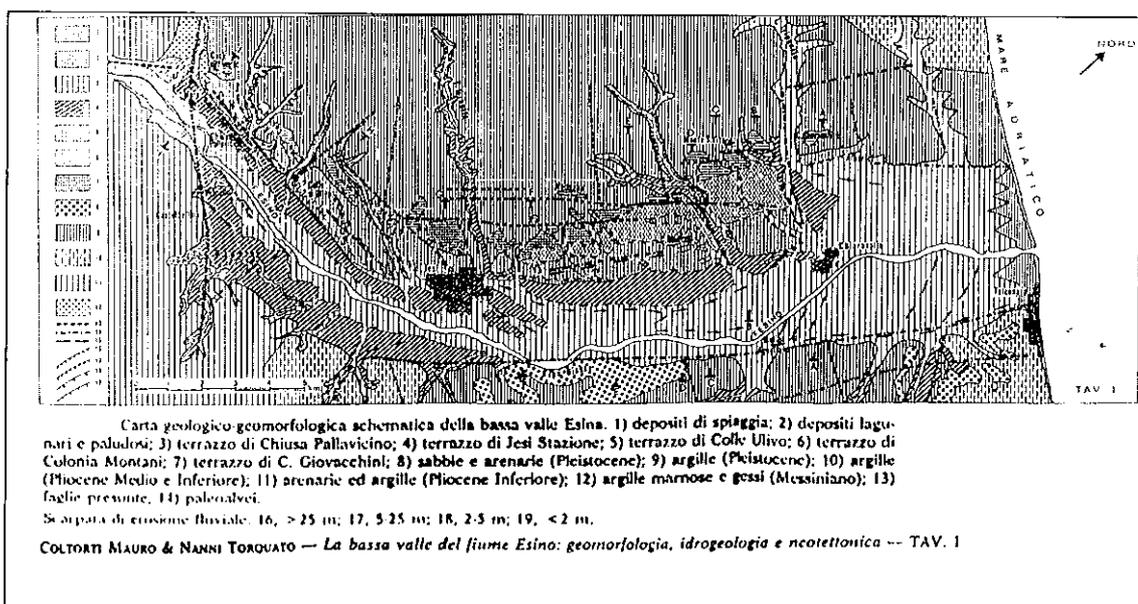
La zona di studio ricade lungo la pianura alluvionale del fiume Esino, dove è presente uno dei maggiori acquiferi di subalveo delle Marche. Il corso dell'Esino assume un andamento tipico a gran parte dei principali corsi d'acqua marchigiani, che con direzione EW-NE taglia i rilievi montuosi dell'Appennino spingendosi sino all'Adriatico. Il tratto di fiume compreso tra gli ultimi contrafforti montuosi e la costa, scorre su una delle più vaste pianure alluvionali marchigiane, contraddistinta da una superficie di circa 140 Km².

I caratteri idrogeologici di tale acquifero indicano che a grande scala esso si deve considerare come una falda monostrato, che localmente presenta



caratteristiche di falde multistrato intercomunicanti lateralmente tra loro per la presenza di vaste lenti limo-argillose che separano i corpi ghiaiosi. Il drenaggio sotterraneo è influenzato dalla presenza di numerosi paleoalvei caratterizzati da depositi a maggiore permeabilità.

Il chimismo delle acque sotterranee presenta delle notevoli differenze. Varia da bicarbonato-calcico a cloruro-sodico-magnesiaco e cloruro-sodico-solfatico. Le prime sono di origine appenninica e sono caratteristiche degli acquiferi di subalveo veri e propri. Le seconde derivano dalle acque plioceniche e dalla lisciviazione delle rocce presenti o nel substrato o a poca distanza da questo. La loro risalita avviene lungo zone di frattura connesse alle linee tettoniche. I circuiti idrologici che alimentano l'acquifero della pianura sono quindi riferibili ad uno superficiale, connesso con l'infiltrazione delle acque fluviali, ed uno regionale e profondo, legato alla risalita delle acque plioceniche e messiniane. Ciò risulta evidente dalle analisi dell'andamento della superficie freaticometrica, della conducibilità elettrica, delle temperature delle acque sotterranee oltre dal chimismo delle stesse.



La distribuzione dei valori della conducibilità elettrica permette, indirettamente, una prima valutazione riguardo la dinamica della falda ed i suoi rapporti con le acque superficiali. I valori della conducibilità sono variabili da circa 550 a 1.500 nMHO (Nanni T., 1991). In prossimità dell'asta fluviale, infatti, si hanno i valori minori di conducibilità elettrica, comparabili a quella delle acque



del fiume che diluiscono le acque di falda provocando una diminuzione della concentrazione delle specie chimiche disciolte, e quindi un abbassamento della conducibilità. Allontanandosi dal fiume si osserva un generale aumento della conducibilità elettrica. Il confronto con la piezometria evidenzia la relazione tra deflusso sotterraneo e conducibilità.

Ulteriore conferma che la ricarica dell'acquifero avviene principalmente da parte delle acque del fiume è data dalla misura delle temperature delle acque di falda. I valori più bassi si riscontrano per l'appunto in prossimità del fiume. I valori annuali variano da un minimo di 8° C ad un massimo di 19° C. Inoltre la sensibile escursione termica stagionale testimonia la rapida infiltrazione di acque fluviali e quindi una circolazione idrica molto veloce con un ciclo annuale o di poco superiore.

I depositi alluvionali costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose, presentano un alto grado della permeabilità, con valori di circa 10^{-3} m/s, la porosità media è pari a circa il 10% mentre i valori della trasmissività variano da 1.7×10^{-2} a 2.5×10^{-3} m²/s. La permeabilità delle coperture, relativa a prove infiltrometriche, ha fornito valori variabili da 1×10^{-5} a 5×10^{-6} m/s. (Garzonio & Nanni, 1989).

La superficie piezometrica presenta un andamento uniforme e regolare con gradiente costante, a testimonianza di una permeabilità dei depositi alluvionali abbastanza regolare.

Il livello piezometrico della falda si rileva ad una profondità di 8.0 mt dal p.c. Il livello statico della falda misurato direttamente in pozzi esistenti in zona, è posto ad una profondità media di 4.3 mt dal p.c.

Il substrato pliocenico, sul quale insiste l'ammasso alluvionale, può essere considerato praticamente impermeabile.



STRATIGRAFIA

La stratigrafia, ricostruita in base ai sondaggi ed alle prove statiche eseguite nell'area di studio e così schematizzabile:

- A- da p.c. a -1.4 mt: coltre alterata superficiale in prevalenza argillosa; i primi 60 rappresentano lo strato entro cui si è spinta la pratica agricola ed è costituita da terreno argillo-limoso, ricco di sostanza organica, di consistenza molto molle, fortemente alterato, di colorazione brunastra, molto scura, dalla quale si passa ad argille brune alterate poco consistenti;
- B- da -1.4 mt a -7.8/8.0 mt: argille limose da brunastre a nocciola, di consistenza media con inclusioni carbonatiche e patine di ossidazione ed intercalati sottili livelli e/o lenti limo-sabbiose;
- C- da -7.8/8.0 mt a -10.2/11.2 mt: ghiaie e sabbie contraddistinte da ciottoli ben arrotondati ad elementi calcarei isorientati, sede di falda idrica, con intercalati, nella sequenza livelli limo-argillosi
- D- da -10.2/11.2 mt in poi si rileva il substrato pliocenico costituito da argilla marnosa grigio-azzurra, di alta consistenza. Il tetto della formazione, pur mantenendo ottime caratteristiche meccaniche, risulta leggermente decompresso e fratturato.



PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI

Si riportano di seguito, nella tavola allegata, i principali parametri geotecnici che caratterizzano le proprietà fisico-meccaniche dei terreni attraversati, ottenute dai valori delle misurazioni effettuate direttamente in situ nei lavori precedenti e già citati, e desunti da correlazioni proposte da vari autori*.

Litologia	profondità		γ t/m ³	φ	c kg/cm ²	cu Kg/cm ²	Ed Kg/cm ²
	da mt	a mt					
A - coltre alterata	p.c.	1.4	1.8	17°	0	0.3-0.5	40
B - argille limose	1.4	7.8/8.0	1.94	22-24°	0.01-0.02	0.9-1.4	60-80
C - ghiaia e sabbia	7.8/8.0	10.2/11.2	2.2	36-40°	0	0	180-250
D - substrato pliocenico	10.2/11.2	In poi	2.2	26/28°	1.5	>2.5	150-200

γ = peso di volume; φ = angolo d'attrito; c = coesione; pp=poket penetrometer; cu = coesione non drenata; Ed = modulo edometrico.

- Cestari F. (1990): "Prove geotecniche in situ". Ed. Geo-Graph s.n.c.
- Geologia Tecnica - Organo Ufficiale dell'Ordine dei Geologi Anno XXIX n. 2/82

PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE

Come già anticipato nei capitoli precedenti non sono stati rilevati elementi, forme o processi morfologici in atto o quiescenti tali da determinare delle pericolosità sia potenziali che.

La zona di studio è compresa all'interno della cartografia PAI nella tavola RI 21.

Per quanto riguarda la normativa PAI, relativamente all'assetto idraulico, non vi sono aree perimetrale all'interno dell'area di interesse né di un suo contorno significativo..

La natura argilloso-limosa con permeabilità medio-bassa dei terreni più superficiali protegge la falda da eventuali interferenze con la falda.



PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Il rischio sismico viene inteso come la valutazione probabilistica dei danni attesi. Quattro sono i fattori che contribuiscono alla sua determinazione :

la pericolosità sismica: ossia la caratteristica del terremoto atteso ovvero la sua accelerazione e spettro di risposta ;

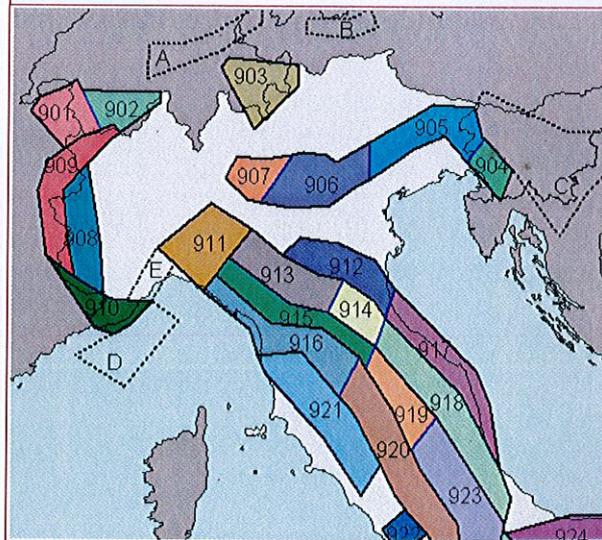
la risposta sismica locale: la caratteristica che il terremoto atteso assume in funzione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche locali

la vulnerabilità sismica degli edifici: cioè la capacità che hanno gli edifici o le costruzioni in genere di resistere ai terremoti;

l'esposizione al terremoto: cioè la quantità ed il valore dei beni che potrebbero essere danneggiati (edifici, infrastrutture, attività economiche, etc.).

Nelle Marche i terremoti a maggiore intensità si generano nelle aree appenniniche (zona 918) con magnitudo max attese di 6.5/7. La zona 917 rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'Appennino centro settentrionale ed include le principali sorgenti sismo genetiche che possono generare una sismicità max attesa di 5.9. Nello studio "Scenari di Pericolosità sismica nella fascia costiera marchigiana. La microzonazione sismica di Senigallia" dell'INGV, CNR ed altri, si è desunto che la fascia costiera compresa tra dell'anconetano ed il senigalliese è caratterizzata da numerose faglie, ma corte e spezzate. Nello studio concluso che la potenza massima che ci si potrà aspettare da un eventuale evento sismico non sarà superiore a quelli degli eventi già citati.

Immagine tratta da: Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia App.2 al Rapporto Conclusivo - Zonazione sismogenetica



Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Studio	nMDP	Io	Mw
1672 04 14 15 45	RIMINESE	CFTI	92	8	5.60
1690 12 23 00 20	ANCONETANO	CFTI	17	8-9	5.73
1727 12 14 19 45	S.LORENZO IN CAMPO	DOM	32	7	5.18
1781 06 03	CAGLIESE	DOM	157	9-10	6.23
1786 12 25 01	RIMINESE	CFTI	91	8	5.67
1788 04 18	FANO	DOM	2	6-7	5.03
1838 06 23	PESARO	DOM	4	6-7	5.03
1887 05 26	JESI	DOM	19	5-6	4.63
1897 09 21	ADRIATICO CENTRALE	DOM	44	7	5.50
1897 12 18 07 24 20	APPENNINO UMBRO-MARCH.	CFTI	132	7	5.18
1924 01 02 08 55	SENIGALLIA	DOM	73	7-8	5.59
1928 05 30 20 01	ADRIATICO CENTRALE	DOM	17	5-6	5.06
1930 10 30 07 13	SENIGALLIA	DOM	263	9	5.94
1934 11 30 02 58 23	ADRIATICO	CFTI	51		5.77
1943 07 31 04 37	SENIGALLIA	DOM	5	5-6	4.63
1962 01 23 17 31	ADRIATICO	DOM	49	6-7	5.03
1972 02 04 02 42 53	MEDIO ADRIATICO	CFTI	75	7-8	5.18
1972 06 14 18 55 46	MEDIO ADRIATICO	CFTI	17	8	5.40
1976 05 06 20	FRIULI	DOM	770	9-10	6.43
1997 09 26 09 40 25	APPENNINO UMBRO-MARCHE	CFTI	869	8-9	6.05

estratto dal database macrosismico GNDT



AZIONE SISMICA

Per definizione dell'azione sismica di progetto, si è seguito l'approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III NTC 2008). La categoria del suolo di fondazione è stata valutata attraverso la misura diretta con indagine sismica passiva a stazione singola (vedi relazione allegata), e calcolata con l'espressione 3.2.1 del D.M. 14.01.2008. La V_{s30} misurata in superficie è pari a 284 mt/s ed essa aumenta con la profondità, come dai valori riportati nella seguente tabella.

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}.$$

Profondità	V_{s30}
p.c.	284
mt 1.0	325
mt 2.0	346
mt 3.0	366
mt 4.0	389

Valori della V_{s30} in
funzione della profondità

La categoria di suolo è funzione della profondità della quota di imposta delle fondazioni. Per fondazioni impostate dal p.c. ad una quota di 3.0 mt, la categoria di suolo sarà la "C", per fondazioni impostate oltre i 3.0 mt di profondità, la categoria di suolo sarà la "B".

La categoria della superficie topografica è riconducibile alla "T1" essendo l'area di studio pressoché pianeggiante.

Il comune di Ancona è classificato con D.G.R. n. 136 del 17/02/2004 in zona sismica "2" con valore di $a_g=0.25$.



COEFFICIENTI SISMICI**Sito in esame.**

latitudine: 43,60774
 longitudine: 13,31513
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 20976 Lat: 43,5848 Lon: 13,2829 Distanza: 3640,366
 Sito 2 ID: 20977 Lat: 43,5849 Lon: 13,3519 Distanza: 3906,527
 Sito 3 ID: 20755 Lat: 43,6349 Lon: 13,3518 Distanza: 4221,626
 Sito 4 ID: 20754 Lat: 43,6348 Lon: 13,2828 Distanza: 3976,211

coordinate espresse in ED50 (Coordinate WGS84 latitudine: 43.606800 longitudine: 13.314199)

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,048 g
 Fo: 2,408
 Tc*: 0,280 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,062 g
 Fo: 2,567
 Tc*: 0,279 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475[anni]
 ag: 0,183 g
 Fo: 2,477
 Tc*: 0,298 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975[anni]
 ag: 0,237 g
 Fo: 2,523
 Tc*: 0,312 [s]

SLO:

Ss: 1,500
 Cc: 1,600
 St: 1,000
 Kh: 0,013
 Kv: 0,006
 Amax: 0,704
 Beta: 0,180

SLD:

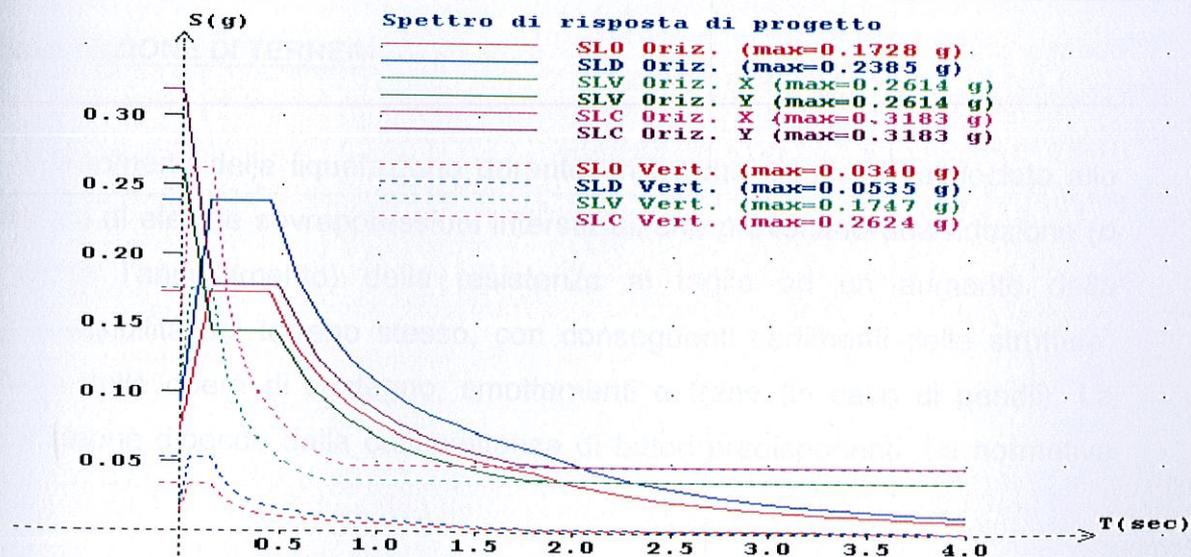
Ss: 1,500
 Cc: 1,600
 St: 1,000
 Kh: 0,017
 Kv: 0,008
 Amax: 0,912
 Beta: 0,180

SLV:

Ss: 1,430
 Cc: 1,570
 St: 1,000
 Kh: 0,063
 Kv: 0,031
 Amax: 2,567
 Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,340
 Cc: 1,540
 St: 1,000
 Kh: 0,099
 Kv: 0,049
 Amax: 3,120
 Beta: 0,310

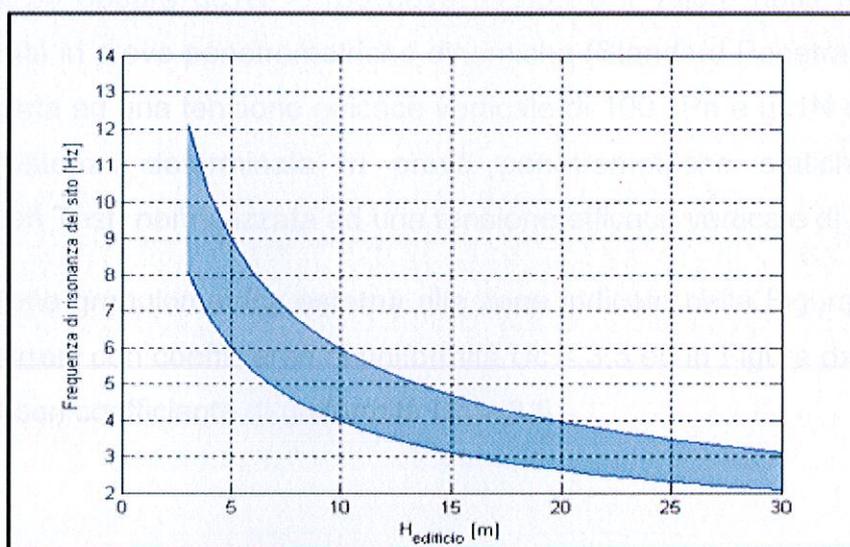


FREQUENZA DI RISONANZA

La frequenza di risonanza del sottosuolo si ottiene applicando la seguente formula $F_r(\text{sottosuolo}) = V_s/4H$

La relazione esistente tra la frequenza di risonanza del terreno e l'altezza dell'edificio è ricavabile nel seguente schema dove la fascia azzurra corrisponde all'area di massima vulnerabilità.

Le frequenze fondamentali del sito in esame, ottenuta direttamente dall'acquisizione della HVSR, non presenta picco significativi, nel range di valori di interesse.

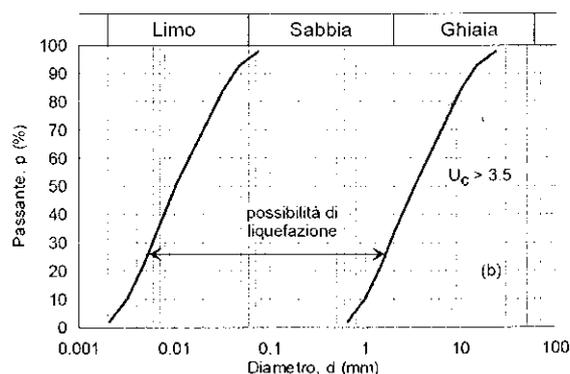
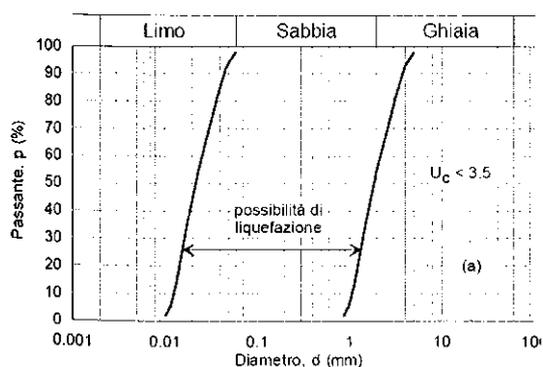


LIQUEFAZIONE DI TERRENI

Il fenomeno della liquefazione durante un evento sismico è associato allo sviluppo di elevate sovrappressioni interstiziali che provocano una riduzione (o al limite l'annullamento) della resistenza al taglio ed un aumento della compressibilità del terreno stesso, con conseguenti cedimenti delle strutture, rottura delle opere di sostegno, smottamenti e frane (in caso di pendii). La liquefazione dipende dalla concomitanza di fattori predisponenti. La normativa

sulle NTC richiede la verifica alla liquefazione quando si manifesti una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura a sx nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura dx nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Pur non essendo presenti le condizioni litologiche per un problema di liquefazione, si è svolta la verifica per i terreni ghiaioso-argillosi relativi al livello "C" con il metodo proposto da Robertson & Wride, dal quale risulta che il coefficiente di sicurezza è ampiamente superiore al minimo di 1.0

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo Robertson & Wride 1997

Il metodo consiste nel calcolare la resistenza alla punta normalizzata q_{c1N} tramite le seguenti relazioni

$$Q = \left[\left(\frac{q_c - \sigma_{v0}}{P_a} \right) \right] \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}} \right)^n \right] \quad \text{resistenza penetrometrica normalizzata}$$

σ_v = tensione verticale litostatica totale;

σ'_v = tensione verticale litostatica efficace.

$$n = \begin{cases} 1.00 & \text{se } I_c > 2.6; \\ 0.50 & \text{se } \begin{cases} I_c \leq 2.6 \\ \sqrt{(\log_{10} F + 1.22)^2 + (\log_{10} q_{c1N} - 3.47)^2} \leq 2.6 \end{cases} \\ 0.75 & \text{se } \begin{cases} I_c \leq 2.6 \\ \sqrt{(\log_{10} F + 1.22)^2 + (\log_{10} q_{c1N} - 3.47)^2} > 2.6 \end{cases} \end{cases}$$

$$F = \left[\frac{f_s}{(q_c - \sigma_{v0})} \right] * 100\% \quad \text{resistenza laterale normalizzata}$$

Ottenuto il valore normalizzato della resistenza alla punta, si può calcolare il valore della resistenza alla punta corretta e normalizzata $(q_{c1N})_{CS}$

$$(q_{c1N})_{CS} = K_C \cdot q_{c1N} \quad K_C = \begin{cases} 1 & I_c \leq 1.64 \\ -0.403 \cdot I_c^4 + 5.581 \cdot I_c^3 - 21.63 \cdot I_c^2 + 33.75 \cdot I_c - 17.88 & 1.64 < I_c < 2.6 \end{cases}$$

Avendo definito la resistenza alla punta corretta e normalizzata, è possibile calcolare a questo punto il **CRR**, ovvero **Cyclic Resistance Ratio** (Rapporto di Resistenza Ciclica). Il rapporto con **CSR - Cyclic Stress Ratio** (Rapporto di Tensione Ciclica) ci permette di valutare il fattore di sicurezza.

$$CRR = \begin{cases} 0.883 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{CS}}{1000} \right] + 0.05 & \text{per } 0 < (q_{c1N})_{CS} < 50 \\ 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{CS}}{1000} \right]^2 + 0.08 & \text{per } 50 < (q_{c1N})_{CS} < 160 \end{cases} \quad CSR = \frac{\tau_{AV}}{\sigma'_v} = 0.65 \cdot \left(\frac{\alpha_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \right) \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

$$F_s = CRR / CSR$$

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,25

CPT 1	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Fattore di sicurezza a liquefazione	LIVELLO NON LIQUEFACILE
Strato 3	10,20	96,875	2,303	1,8	1,7	6,467	BILE

CPT 2	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Fattore di sicurezza a liquefazione	LIVELLO NON LIQUEFACILE
Strato 3	11,20	83,792	1,722	1,9	1,9	5,778	BILE



CONCLUSIONI

A seguito delle indagini svolte i risultati che si ottengono possono essere così sintetizzati:

- la zona presenta un andamento pseudo-pianeggiante, con la stratigrafia contraddistinta da argille limose passanti in profondità a ghiaia e sabbia in abbondante matrice argillosa, di origine alluvionale, e relative al IV ordine dei terrazzi deposti e modellati dal Fiume Esino
- tutta la zona è stabile e non è interessata da forme e processi morfogenetici in atto, né la zona è interessata da attività fluviale;
- il livello della falda freatica è rilevabile alla profondità di circa 10 m dal p.c. attuale, il quale presenta una discreta artesianità che determina una profondità di 4 mt dal p.c.c del livello statico della falda. Non interferirà in alcun modo con la realizzazione dei manufatti
- i litotipi presenti mostrano complessivamente buone caratteristiche geotecniche e pertanto costituiscono dei discreti terreni di fondazione.
- al fine di ridurre il rischio sismico si dovranno eseguire delle misurazioni dirette della velocità delle onde V_{s30} per ogni singolo edificio, al fine di stabilire la giusta categoria di suolo, misurata alla base delle future opere fondali. Il comune di Chiaravalle è classificato con D.G.R. n. 136 del 17/02/2004 in zona sismica "2" con valore di $a_g=0.25$
- Il sito di studio è compreso nella tavola RI 21 del Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico. Non vi sono aree perimetrate dal PAI sia all'interno dell'area di futura edificazione né in un contorno di interesse.

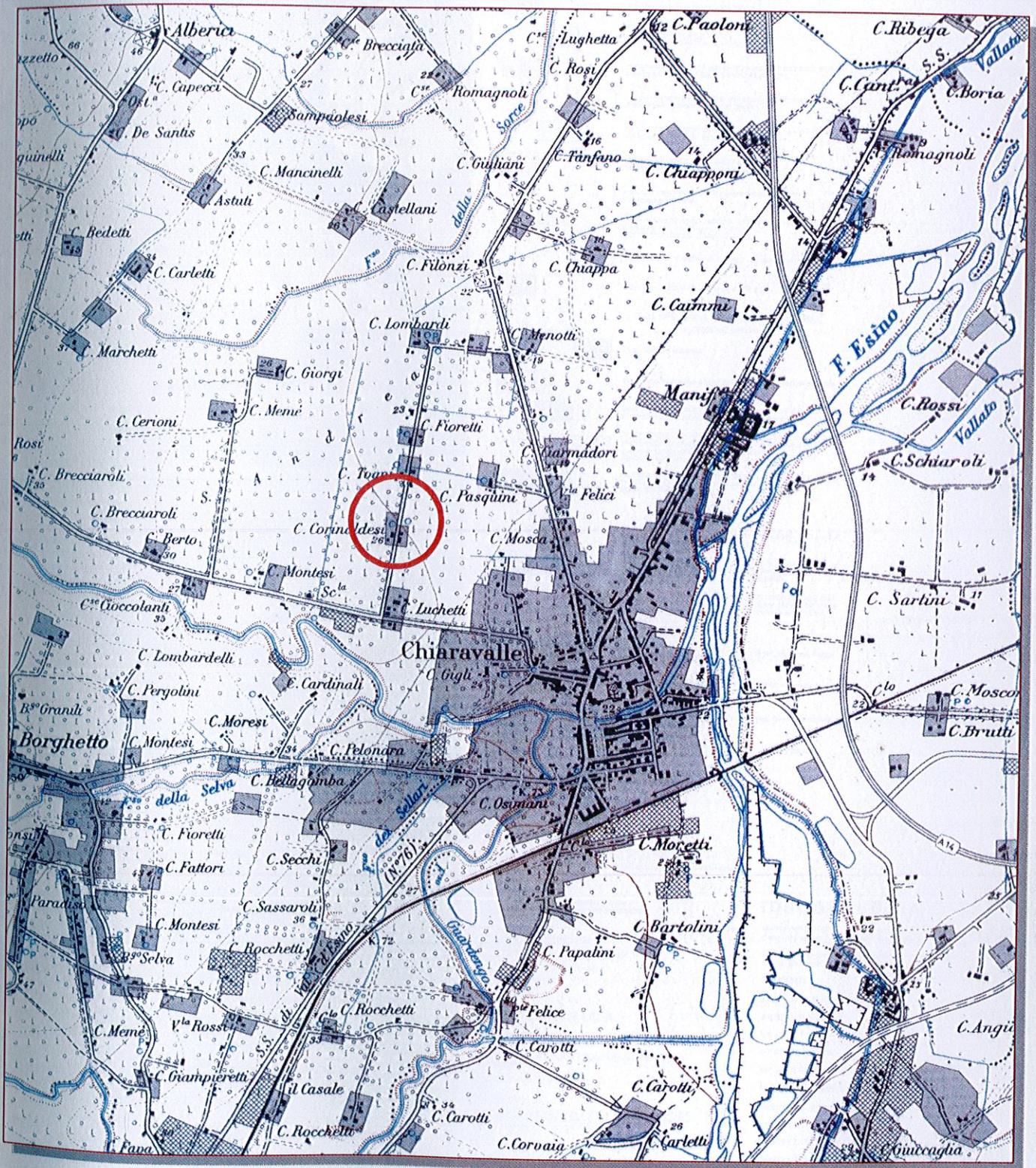


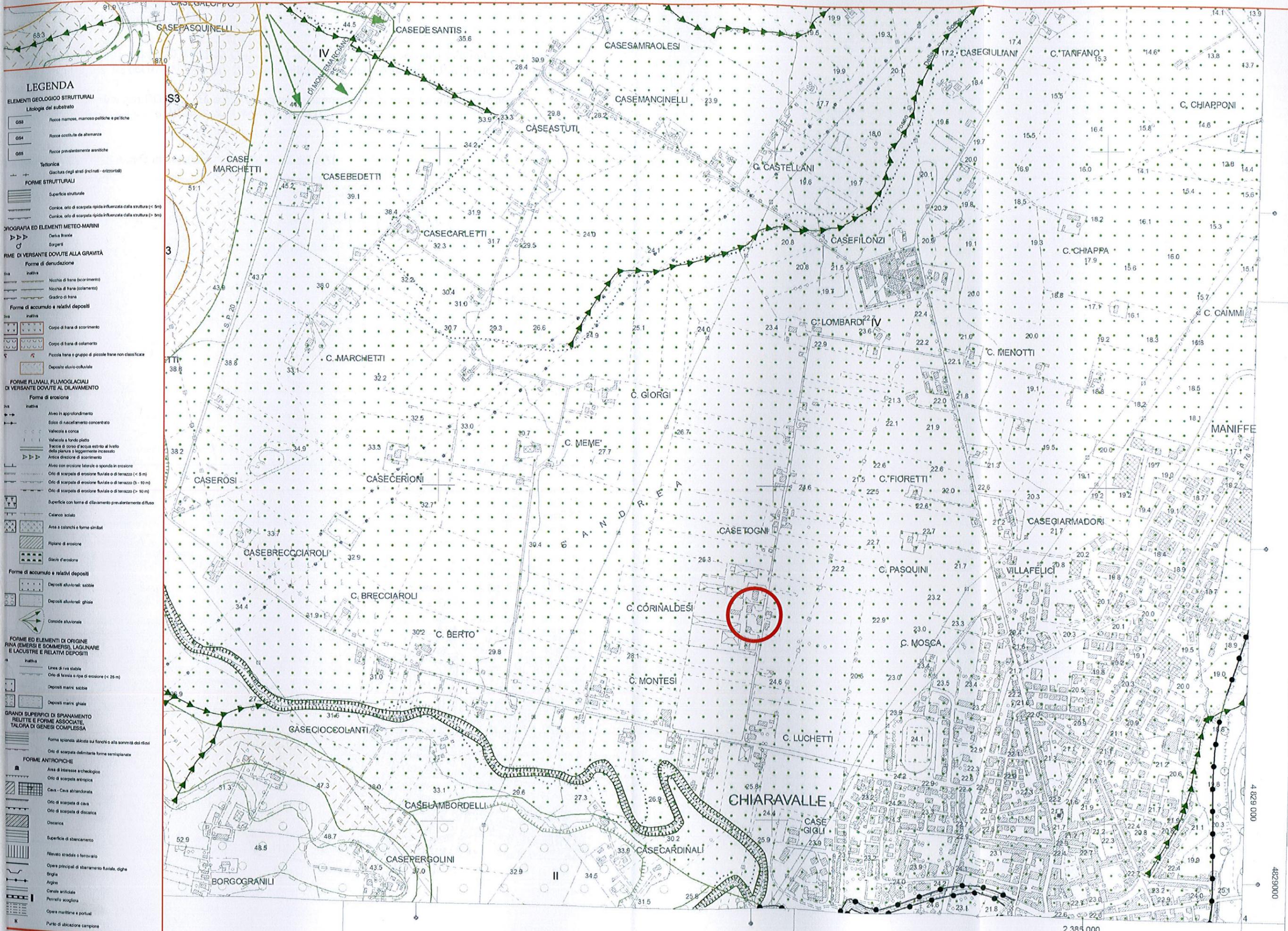
Sulla base delle indagini eseguite delle considerazioni svolte, si dichiara la fattibilità dell'intervento in progetto. Si è infatti verificata la mancanza di controindicazioni da un punto di vista geologico, geotecnico, idrologico, idrogeologico e sismico. Dallo studio eseguito è emerso che l'area si colloca in una zona pianeggiante che permette uno sviluppo edilizio dell'intervento in progetto senza particolari problemi, con presenza di terreni alluvionali stabili, caratterizzati da buone caratteristiche geomeccaniche.

Falconara M.ma, Maggio 2014



COROGRAFIA - STRALCIO DALLA CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE
FOGLIO 117 - QUADRANTE I - SCALA 1:25.000





LEGENDA

ELEMENTI GEOLOGICO STRUTTURALI
Litolgia del substrato

- G53 Rocca marnosa, marnoso pellicosa e pellicosa
- G54 Rocca costituita da alternanze
- G55 Rocce prevalentemente arenitiche

Tettonica
Giacitura degli strati (inclinati - orizzontali)

FORME STRUTTURALI

- Superficie strutturale
- Conica, orlo di scarpata ripida influenzata dalla struttura (< 5m)
- Conica, orlo di scarpata ripida influenzata dalla struttura (> 5m)

OROGRAFIA ED ELEMENTI METEO-MARINI

- Debris Branca
- Sorgenti

FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'
Forme di denudazione

- Siva Inattiva
- Nicchia di frana (scorrimento)
- Nicchia di frana (colamento)
- Gradino di frana

Forme di accumulo e relativi depositi

- Corpo di frana di scorrimento
- Corpo di frana di colamento
- Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate
- Deposito alluvio-colluviale

FORME FLUVIALI, FLUMIOGLACIALI DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO
Forme di erosione

- Aveo in approfondimento
- Solco di raccoglimento concentrato
- Vallicola a conca
- Vallicola a fondo piatto
- Traccia di corso d'acqua estrito al livello della pianura o leggermente incassato
- Arca di direzione di scorrimento
- Aveo con erosione laterale o sponda in erosione
- Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo (< 5 m)
- Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo (5 - 10 m)
- Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo (> 10 m)
- Superficie con forme di clivamento prevalentemente di flusso
- Calanco isolato
- Area a calanchi e forme similari
- Ripiano di erosione
- Glacis d'erosione

Forme di accumulo e relativi depositi

- Depositi alluvionali: sabbie
- Depositi alluvionali: ghiaie
- Conche alluvionali

FORME ED ELEMENTI DI ORIGINE RINA (EMERSI E SOMMERSI), LAGUNARE E LACUSTRE E RELATIVI DEPOSITI

- Linea di riva stabile
- Orlo di frana o ripa di erosione (< 25 m)
- Depositi marini: sabbie
- Depositi marini: ghiaie

GRANDI SUPERFICIE DI SPIANAMENTO RELITTE E FORME ASSOCIATE, TALORA DI GENESI COMPLESSA

- Forma spianata ubicata sui fianchi o alla sommità dei rilievi
- Orlo di scarpata delimitante forme semi-pianate

FORME ANTROPICHE

- Area di interesse archeologico
- Orlo di scarpata antropica
- Cava - Cava abbandonata
- Orlo di scarpata di cava
- Orlo di scarpata di discarica
- Discarica
- Superficie di sbarco
- Rilievo stradale o ferroviario
- Opere principali di sbarramento fluviale, dighe
- Briglia
- Argine
- Canale artificiale
- Paravento scogliera
- Opere marittime e portuali
- Punto di ubicazione campione

2 385 000

4 829 000

4829000

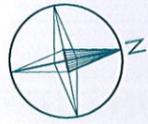
Stralcio cartografico in scala 1:10.000 dalla Carta RI 21 del PAI, adottato in seconda e definitiva adozione, con Deliberazione n. 42 del 07/05/2003 dal Comitato Istituzionale dalla Autorità di Bacino della Regione Marche.

Il Consiglio Regionale con DGR. n. 116 del 21/01/2004 ha approvato le Norme Tecniche sulle aree perimetrate. (Supplemento n. 5 del BUR. n. 5 del 13/02/2004).

La zona di studio non ricade in nessuna area perimetrata dal PAI

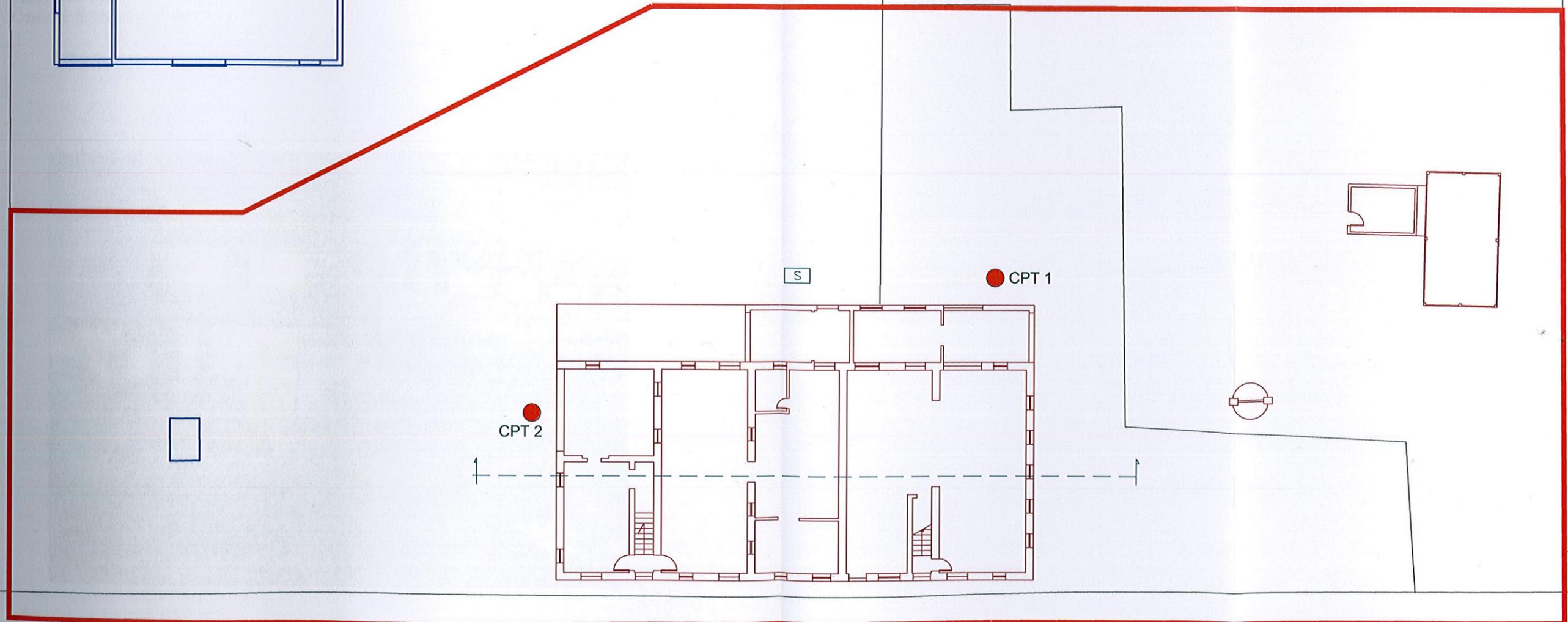
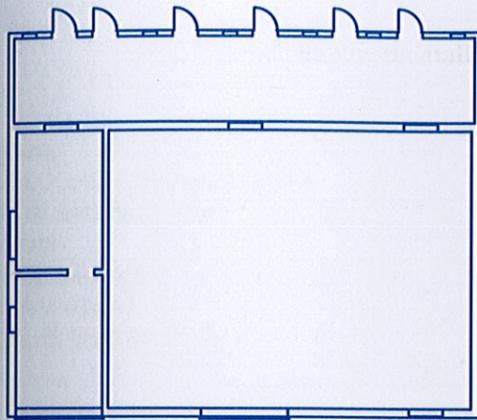
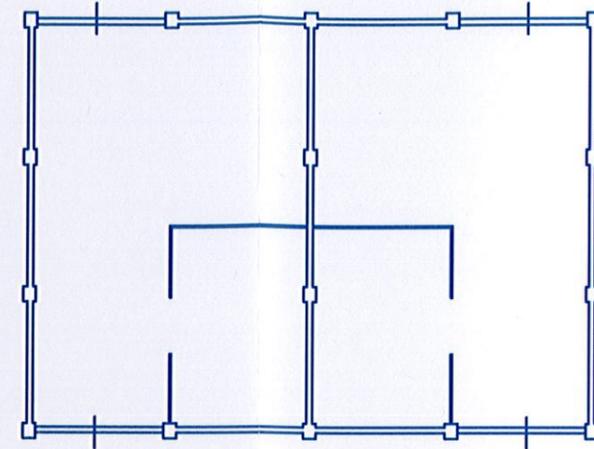
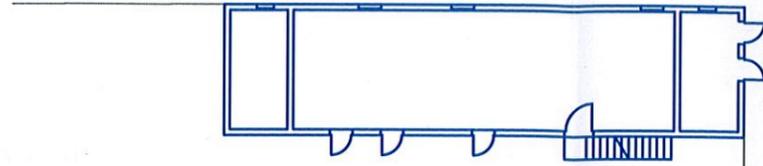


Planimetria
Scala 1:250



Legenda

- CPT Prova penetrometrica statica
- ↑ - - - - ↑ Traccia sezione
- S Stazione di prospezione sismica



VIA CAMPAGNA

PROVA PENETROMETRICA STATICA N. 1

Committente: CANESTRARI - FABIETTI - FAVA - MEDICI - NICOLINI
Indirizzo: Via Campagna
Località: Chiaravalle (An)

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10



Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,138	0,0		0,0
0,40	0,00	0,0	0,138	1,133	0,1218	821,0
0,60	13,00	30,0	13,138	0,533	24,64916	4,1
0,80	19,00	27,0	19,138	0,667	28,69265	3,5
1,00	18,00	28,0	18,138	1,867	9,71505	10,3
1,20	22,00	50,0	22,276	1,4	15,91143	6,3
1,40	44,00	65,0	44,276	1,6	27,6725	3,6
1,60	47,00	71,0	47,276	2,333	20,26404	4,9
1,80	38,00	73,0	38,276	1,667	22,96101	4,4
2,00	46,00	71,0	46,276	2,067	22,388	4,5
2,20	34,00	65,0	34,414	1,267	27,1618	3,7
2,40	40,00	59,0	40,414	0,4	101,035	1,0
2,60	57,00	63,0	57,414	1,533	37,45205	2,7
2,80	50,00	73,0	50,414	1,0	50,414	2,0
3,00	39,00	54,0	39,414	1,6	24,63375	4,1
3,20	45,00	69,0	45,552	1,4	32,53714	3,1
3,40	49,00	70,0	49,552	1,4	35,39429	2,8
3,60	48,00	69,0	48,552	1,6	30,345	3,3
3,80	29,00	53,0	29,552	1,6	18,47	5,4
4,00	35,00	59,0	35,552	1,2	29,62667	3,4
4,20	28,00	46,0	28,69	0,933	30,75027	3,3
4,40	20,00	34,0	20,69	0,6	34,48333	2,9
4,60	26,00	35,0	26,69	0,933	28,60665	3,5
4,80	21,00	35,0	21,69	1,2	18,075	5,5
5,00	27,00	45,0	27,69	1,333	20,77269	4,8
5,20	23,00	43,0	23,828	0,8	29,785	3,4
5,40	49,00	61,0	49,828	1,467	33,96592	2,9
5,60	19,00	41,0	19,828	0,533	37,20075	2,7
5,80	24,00	32,0	24,828	0,467	53,16488	1,9
6,00	26,00	33,0	26,828	0,8	33,535	3,0
6,20	24,00	36,0	24,966	0,733	34,06003	2,9
6,40	26,00	37,0	26,966	1,2	22,47167	4,5
6,60	28,00	46,0	28,966	1,467	19,74506	5,1
6,80	39,00	61,0	39,966	1,4	28,54714	3,5
7,00	26,00	47,0	26,966	1,4	19,26143	5,2
7,20	15,00	36,0	16,104	1,067	15,09278	6,6
7,40	19,00	35,0	20,104	0,6	33,50667	3,0
7,60	17,00	26,0	18,104	0,467	38,7666	2,6
7,80	16,00	23,0	17,104	0,667	25,64318	3,9
8,00	32,00	42,0	33,104	1,333	24,83421	4,0
8,20	220,00	240,0	221,242	1,333	165,97299	0,6
8,40	200,00	220,0	201,242	3,4	59,18882	1,7
8,60	51,00	102,0	52,242	3,6	14,51167	6,9
8,80	46,00	100,0	47,242	1,333	35,44036	2,8
9,00	200,00	220,0	201,242	2,933	68,61302	1,5
9,20	36,00	80,0	37,38	1,067	35,0328	2,9
9,40	91,00	107,0	92,38	2,333	39,59709	2,5
9,60	32,00	67,0	33,38	2,733	12,21368	8,2
9,80	59,00	100,0	60,38	2,733	22,09294	4,5
10,00	57,00	98,0	58,38	2,067	28,24383	3,5
10,20	59,00	90,0	60,518	1,8	33,62111	3,0
10,40	85,00	112,0	86,518	2,267	38,16409	2,6
10,60	88,00	122,0	89,518	2,8	31,97071	3,1
10,80	90,00	132,0	91,518	4,333	21,12116	4,7
11,00	94,00	159,0	95,518	4,333	22,04431	4,5
11,20	95,00	160,0	96,656	4,8	20,13667	5,0
11,40	99,00	171,0	100,656	4,933	20,40462	4,9
11,60	90,00	164,0	91,656	4,933	18,58017	5,4
11,80	98,00	172,0	99,656	4,8	20,76167	4,8
12,00	97,00	169,0	98,656	4,4	22,42182	4,5
12,20	99,00	165,0	100,794	4,867	20,70968	4,8
12,40	102,00	175,0	103,794	5,0	20,7588	4,8
12,60	98,00	173,0	99,794	5,0	19,9588	5,0
12,80	99,00	174,0	100,794	4,933	20,4326	4,9
13,00	106,00	180,0	107,794	5,467	19,71721	5,1
13,20	105,00	187,0	106,932	5,6	19,095	5,2

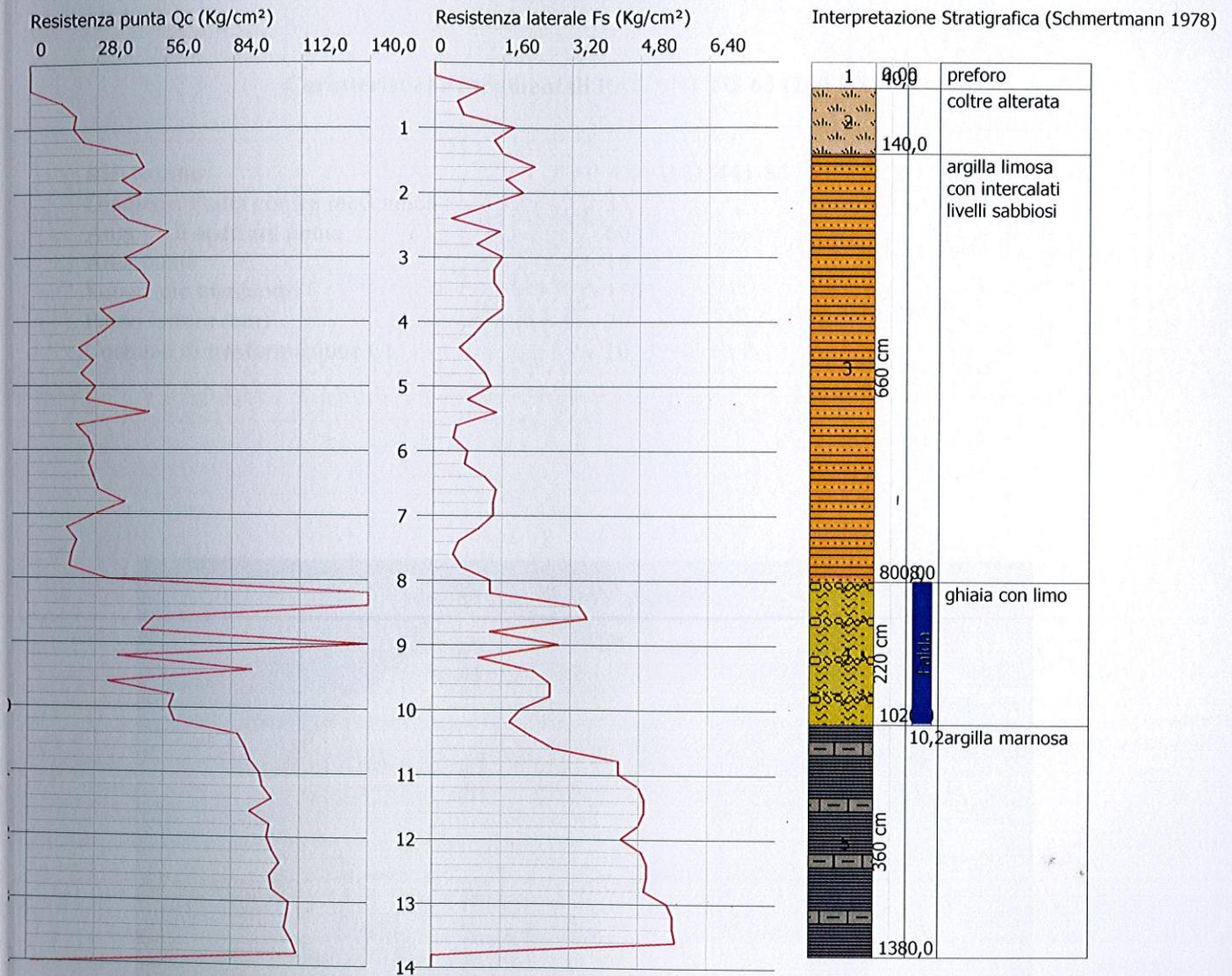
13,40	104,00	188,0	105,932	5,6	18,91643	5,3
13,60	107,00	191,0	108,932	5,667	19,22216	5,2
13,80	109,00	194,0	110,932	0,0		0,0
14,00	0,00	0,0	1,932	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,40	0,138	1,133	1,6	Coesivo	preforo
1,40	23,393	1,213	2,0	Coesivo	coltre alterata
8,00	32,897	1,166	2,0	Coesivo	argilla limosa con intercalati livelli sabbiosi
10,20	96,875	2,303	2,1	Incoerente-Coesivo	ghiaia con limo
13,80	99,781	4,43	2,2	Coesivo	argilla marnosa

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: CANESTRARI - FABIETTI - FAVA - MEDICI - NICOLINI
 Cantiere: Via Campagna
 Località: Chiaravalle (An)

Data: 28/03/2014
 Pag. 1 Scala 1:100



PROVA PENETROMETRICA STATICA N. 2

Committente: CANESTRARI - FABIETTI - FAVA - MEDICI - NICOLINI
Cantiere: Via Campagna
Località: Chiaravalle (An)

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10



Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,138	0,0		0,0
0,40	0,00	0,0	0,138	0,8	0,1725	579,7
0,60	18,00	30,0	18,138	1,067	16,99906	5,9
0,80	13,00	29,0	13,138	1,0	13,138	7,6
1,00	15,00	30,0	15,138	1,0	15,138	6,6
1,20	18,00	33,0	18,276	1,2	15,23	6,6
1,40	20,00	38,0	20,276	1,533	13,22635	7,6
1,60	38,00	61,0	38,276	1,4	27,34	3,7
1,80	37,00	58,0	37,276	2,067	18,03387	5,5
2,00	38,00	69,0	38,276	2,2	17,39818	5,7
2,20	40,00	73,0	40,414	1,667	24,24355	4,1
2,40	31,00	56,0	31,414	1,2	26,17833	3,8
2,60	31,00	49,0	31,414	1,067	29,44142	3,4
2,80	30,00	46,0	30,414	1,333	22,8162	4,4
3,00	19,00	39,0	19,414	0,8	24,2675	4,1
3,20	31,00	43,0	31,552	1,267	24,90292	4,0
3,40	24,00	43,0	24,552	1,4	17,53714	5,7
3,60	20,00	41,0	20,552	1,2	17,12667	5,8
3,80	20,00	38,0	20,552	1,267	16,22099	6,2
4,00	38,00	57,0	38,552	2,467	15,62708	6,4
4,20	44,00	81,0	44,69	2,867	15,58772	6,4
4,40	46,00	89,0	46,69	2,133	21,88936	4,6
4,60	39,00	71,0	39,69	1,467	27,05521	3,7
4,80	30,00	52,0	30,69	0,867	35,39792	2,8
5,00	23,00	36,0	23,69	1,4	16,92143	5,9
5,20	16,00	37,0	16,828	0,533	31,57223	3,2
5,40	22,00	30,0	22,828	1,0	22,828	4,4
5,60	20,00	35,0	20,828	1,8	11,57111	8,6
5,80	19,00	46,0	19,828	0,4	49,57	2,0
6,00	25,00	31,0	25,828	0,533	48,45779	2,1
6,20	47,00	55,0	47,966	1,133	42,33539	2,4
6,40	14,00	31,0	14,966	0,733	20,41746	4,9
6,60	23,00	34,0	23,966	1,4	17,11857	5,8
6,80	35,00	56,0	35,966	1,133	31,74404	3,2
7,00	24,00	41,0	24,966	1,133	22,0353	4,5
7,20	24,00	41,0	25,104	0,667	37,63718	2,7
7,40	20,00	30,0	21,104	0,8	26,38	3,8
7,60	30,00	42,0	31,104	1,467	21,20245	4,7
7,80	24,00	46,0	25,104	0,933	26,90675	3,7
8,00	109,00	123,0	110,104	1,267	86,90134	1,2
8,20	80,00	99,0	81,242	2,0	40,621	2,5
8,40	21,00	51,0	22,242	0,933	23,83923	4,2
8,60	71,00	85,0	72,242	1,4	51,60143	1,9
8,80	69,00	90,0	70,242	2,067	33,98258	2,9
9,00	17,00	48,0	18,242	1,933	9,43714	10,6
9,20	44,00	73,0	45,38	2,267	20,01764	5,0
9,40	116,00	150,0	117,38	0,867	135,38639	0,7
9,60	91,00	104,0	92,38	1,333	69,30233	1,4
9,80	72,00	92,0	73,38	3,333	22,0162	4,5
10,00	49,00	99,0	50,38	1,333	37,79445	2,6
10,20	230,00	250,0	231,518	1,333	173,68192	0,6
10,40	250,00	270,0	251,518	2,667	94,30746	1,1
10,60	40,00	80,0	41,518	2,533	16,39084	6,1
10,80	53,00	91,0	54,518	1,6	34,07375	2,9
11,00	43,00	67,0	44,518	1,4	31,79857	3,1
11,20	46,00	67,0	47,656	1,0	47,656	2,1
11,40	58,00	73,0	59,656	1,467	40,6653	2,5
11,60	68,00	90,0	69,656	2,2	31,66182	3,2
11,80	69,00	102,0	70,656	2,0	35,328	2,8
12,00	78,00	108,0	79,656	2,867	27,78375	3,6
12,20	76,00	119,0	77,794	3,733	20,83954	4,8
12,40	79,00	135,0	80,794	4,533	17,82352	5,6
12,60	80,00	148,0	81,794	4,667	17,52603	5,7
12,80	87,00	157,0	88,794	5,133	17,29866	5,8
13,00	86,00	163,0	87,794	4,333	20,26171	4,9
13,20	82,00	147,0	83,932	3,733	22,48379	4,4

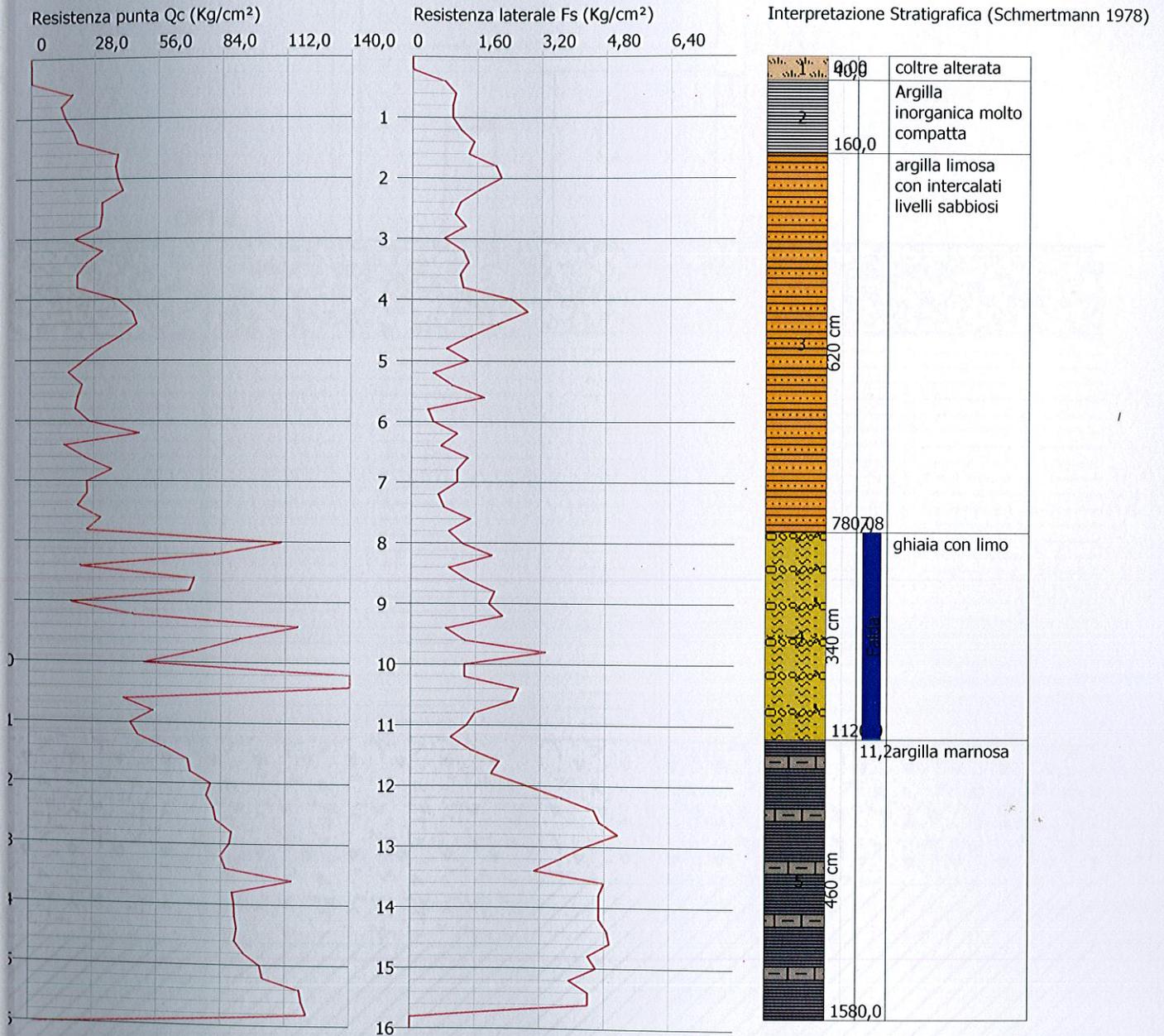
13,40	84,00	140,0	85,932	3,067	28,01826	3,6
13,60	113,00	159,0	114,932	4,8	23,94417	4,2
13,80	87,00	159,0	88,932	4,667	19,0555	5,2
14,00	88,00	158,0	89,932	4,667	19,26977	5,2
14,20	88,00	158,0	90,07	4,667	19,29934	5,2
14,40	89,00	159,0	91,07	4,867	18,71173	5,3
14,60	88,00	161,0	90,07	4,933	18,25867	5,5
14,80	92,00	166,0	94,07	4,4	21,37955	4,7
15,00	99,00	165,0	101,07	4,6	21,97174	4,6
15,20	100,00	169,0	102,208	3,933	25,98729	3,8
15,40	116,00	175,0	118,208	4,4	26,86545	3,7
15,60	117,00	183,0	119,208	4,4	27,09273	3,7
15,80	119,00	185,0	121,208	0,0		0,0
16,00	0,00	0,0	2,208	0,0		0,0

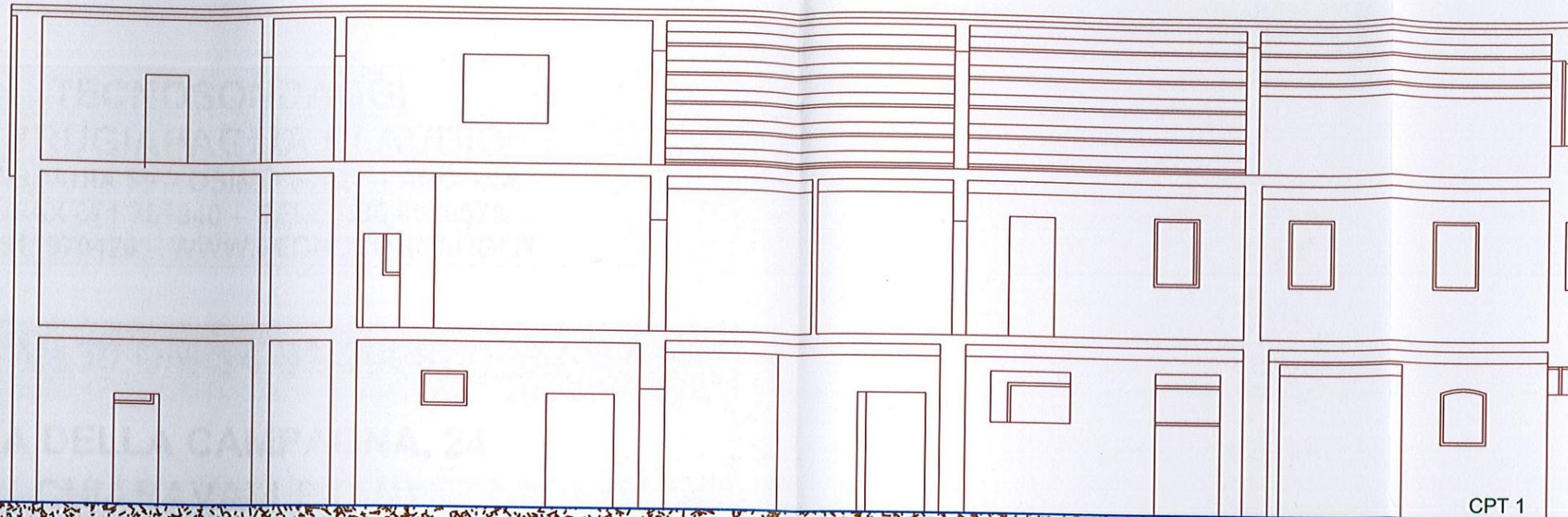
Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,40	0,138	0,4	1,7	Coesivo	coltre alterata
1,60	20,54	1,2	2,0	Coesivo	argilla inorganica molto compatta
7,80	29,233	1,301	2,0	Coesivo	argilla limosa con intercalati livelli sabbiosi
11,20	83,792	1,722	2,0	Incoerente-Coesivo	ghiaia con limo
15,80	90,758	3,829	2,2	Coesivo	argilla marnosa

Probe CPT - Cone Penetration Nr.2
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: CANESTRARI - FABIETTI - FAVA - MEDICI - NICOLINI
 Cantiere: Via Campagna
 Località: Chiaravalle (An)

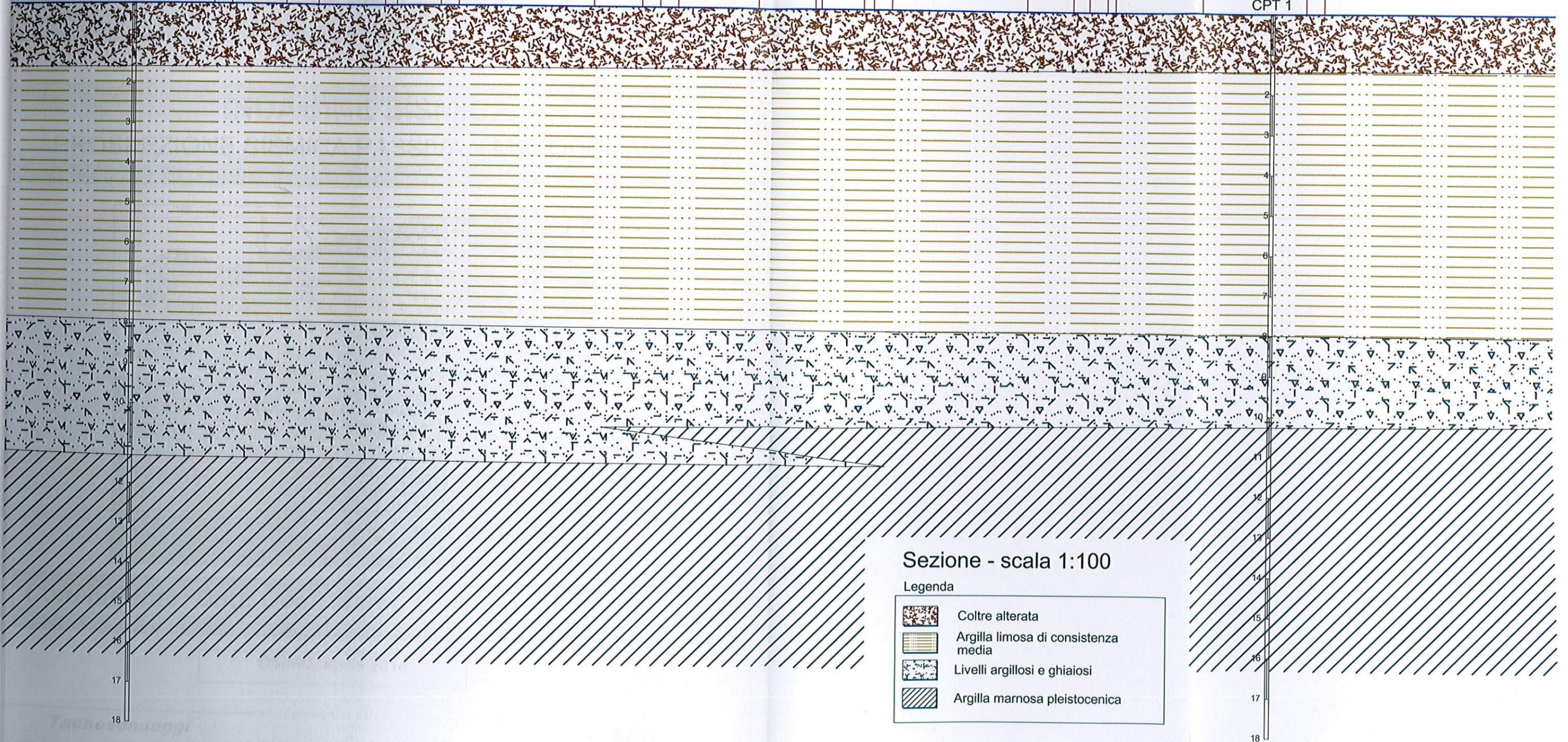
Data: 28/03/2014
 Pag. 1 Scala 1:100





CPT 2

CPT 1



Sezione - scala 1:100

Legenda

-  Coltre alterata
-  Argilla limosa di consistenza media
-  Livelli argillosi e ghiaiosi
-  Argilla marnosa pleistocenica

TECNOSONDAGGI
DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
VIA ABBADIA 39 – OSIMO 60027 – ANCONA
TEL/FAX 071 781840 – CELL. 335 6686573
P.I. 01511970426 – WWW.TECNOSONDAGGI.IT

Vs30 DM 14-01-2008

VIA DELLA CAMPAGNA, 24
CHIARAVALLE (AN)

INDAGINE SISMICA
PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR



Committente: Dott. Geol. Marco Lancioni

OSIMO, aprile 2014

1 PREMESSA

Il giorno 28 marzo 2014, su committenza del Geol. Marco Lancioni e sotto la medesima direzione tecnica, si è eseguita un'indagine geofisica mediante una Prospezione Sismica Passiva – METODO HVSR per il calcolo delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima della Velocità delle onde Vs30.

2 INDAGINE EFFETTUATA

Nel caso in esame la strumentazione è composta da:

- sismografo EEG BR24 24 canali
- Geofono triassiale;

3 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

La metodologia sismica HVSR misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato *microtremore* in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato *artificialmente*, come nelle energizzazione della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni all'aumentare della frequenza che sono dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza (F) dello strato di terreno n è data dalla formula:

$$F_n = V_s / 4 h$$

in cui V_s è la velocità media delle onde S nello strato N ed h è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{s30} come riportato nella seguente tabella:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Oltre a queste sono riconosciute ulteriori due categorie di suolo:

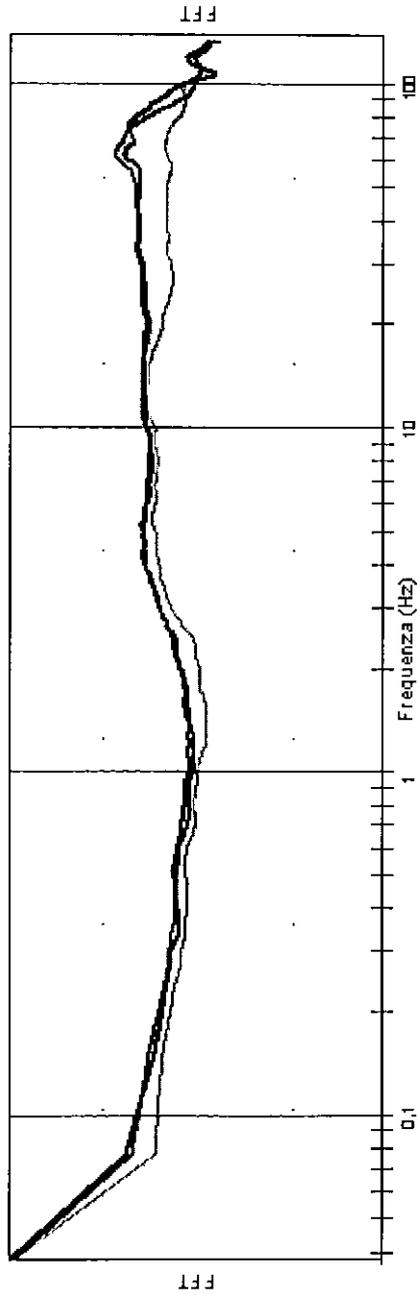
· S1 – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($IP > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).

· S2 – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

La velocità calcolata è:

$$V_{s30} = 284 \text{ m/sec}$$

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



LEGENDA

Spettro asse Z (verticale)

Spettro asse X

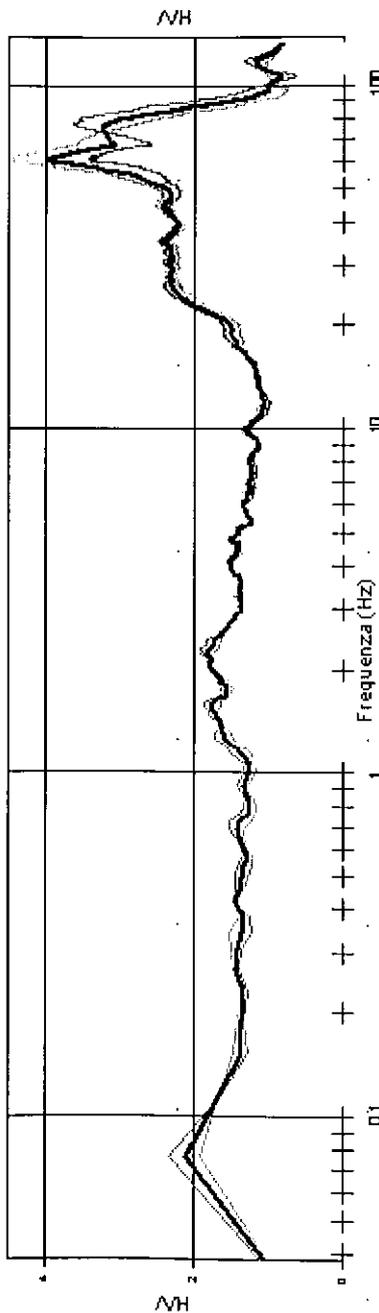
Spettro asse Y

H/V direzione X

H/V direzione Y

H/V media

RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE



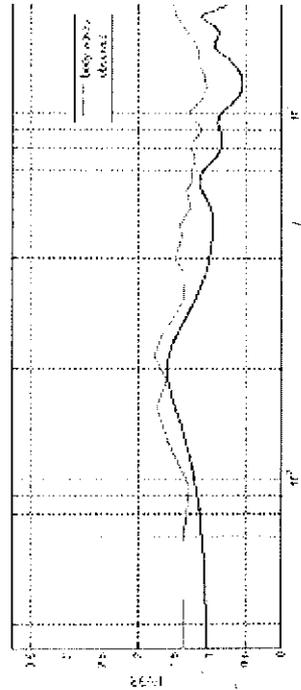
Durata della registrazione 20' 32" 1"
 Campionamento 10 Khz
 Finestra di campionamento 28.2 s

Assenza di picchi significativi
 alle frequenze di interesse litologico

TABELLA DI CALCOLO

0a Prof.	a Prof.	v5	RIM	v5X	G
0	1.1	70	0163	70	8
1.1	5.7	158	0268	126	41
5.7	7.4	253	0367	144	122
7.4	18.2	318	0539	213	184
18.2	30.2	593	0802	286	736
30.2	38.6	663	0127	326	561

VALORE CALCOLATO VS30 = 284 m/s



PROVA HV	
Località: Chiaravalle, via della Campagna	
Studio Tecnosondaggi	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA PROVA 05819	
Ail. 2/8	Aprile 2014
EEG S.p.A. Via ...	